

**ANALISA PENGGUNAAN RELE DIFFERENSIAL SEBAGAI PROTEKSI PADA
TRANSFORMATOR 60 MVA DI GARDU INDUK PALUR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

DANANG WIJANARKO

D 400 140 108

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENGGUNAAN RELE DIFFERANSIAL SEBAGAI PROTEKSI
PADA TRANSFORMATOR 60 MVA DI GARDU INDUK PALUR**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

DANANG WIJANARKO

D 400 140 108

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Agus Supardi, ST.MT

NIK.883

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGGUNAAN RELE DIFFERANSIAL SEBAGAI PROTEKSI
PADA TRANSFORMATOR 60 MVA DI GARDU INDUK PALUR**

OLEH

DANANG WIJANARKO

D 400 140 108

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari 10..... Januari 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Agus Supardi, S.T., M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Hasyim Asy ari, S.T., M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

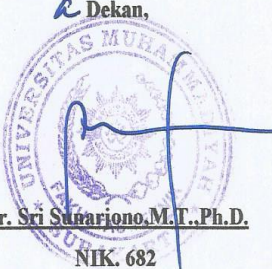
(.....)

3. Ir. Jatmiko, M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 7 Januari. 2018

Penulis



Danang Wijanarko

D 400 140 108

ANALISA PENGGUNAAN RELE DIFFERANSIAL SEBAGAI PROTEKSI PADA TRANSFORMATOR 60 MVA DI GARDU INDUK PALUR

Abstrak

Trafo daya adalah komponen terpenting dan perlu dilindungi dari gangguan yang bisa menyebabkan terganggunya suplai tenaga listrik. Sistem yang digunakan untuk melindungi trafo adalah rele differensial. Rele differensial adalah rele yang bekerja didasarkan atas keseimbangan, yaitu melakukan perbandingan terhadap arus sekunder transformator arus (CT) terpasang di peralatan atau sistem instalasi listrik yang dilindungi. Keberhasilan dari proteksi rele differensial adalah ketepatan dari *setting* rele untuk mengantisipasi gagalnya proteksi serta menoptimalkan kinerja dari sistem transmisi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penggunaan rele differensial pada transformator daya di Gardu Induk Palur. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mengambil data penelitian selama 30 hari di Gardu Induk Palur serta mencari jurnal referensi yang ada hubungannya dengan penelitian ini. Data yang didapatkan kemudian diolah dengan perhitungan secara manual. Perhitungan tersebut meliputi nilai rasio transformator arus, *error mismatch*, dan parameter rele differensial. Hasil dari perhitungan nilai rasio *current transformer* adalah pada sisi tegangan tinggi rasionya 300:1 A sedangkan untuk tegangan rendah adalah 2500:1. Hasil tersebut didapat dari perhitungan nilai arus *rating* yaitu di sisi tegangan tinggi adalah 254,034 A dan di sisi tegangan rendah 1.905,255 A. Nilai *error mismatch* di tegangan tinggi adalah 1,11% dan 0,9% di tegangan rendah. Selanjutnya nilai dari arus sekunder adalah 0,769 A di sisi tegangan tinggi dan 0,692 A di sisi tegangan rendah. Perhitungan dari arus differensial didapatkan hasil 0,077 A, sedangkan arus *restrain* adalah 0,730 A. Perhitungan dari arus *setting* mendapatkan hasil 0,1 A dengan harapan sistem proteksi dapat berjalan dengan maksimal.

Kata Kunci: transformator daya, sistem proteksi, rele differensial.

Abstract

Power transformers are the most important component and need to be protected from interference that could disrupt the supply of electricity. Differential relay is the principle it works on the basis of the balance, which compares the current transformer secondary currents (CT) is installed on the terminals equipment or electrical installation which is secured. The success of differential relay protection is the precision of setting releases to prevent protection failures and to improve transmission system reliability. The method used in this study is secondary data recycling by conducting a 30-day research on the Palur Substation and looking for reference journals that are related to the research. All data obtained then processed by calculation manually. The calculation includes the value of current transformer ratio, error mismatch, and differential release parameters. The result of the calculation of current transformer ratio value is on the high-voltage side of the ratio 300: 1 A while for the low voltage is 2500: 1. The result obtained from the calculation of the rating current rating is on the high voltage side is 254,034 A and at the low voltage side 1.905,255 A. Mismatch error value at high voltage is 1,11% and 0,9% at low voltage. Furthermore the value of the secondary current is 0,769 A on the high voltage side and 0,692 A on the low voltage side. Differential current get result 0,077 A, while restrain current is 0,730 A. Current setting result of calculation is 0,1 A with hope of protection system can run optimally

Keywords: power transformation, protection system, differential relay.

1.PENDAHULUAN

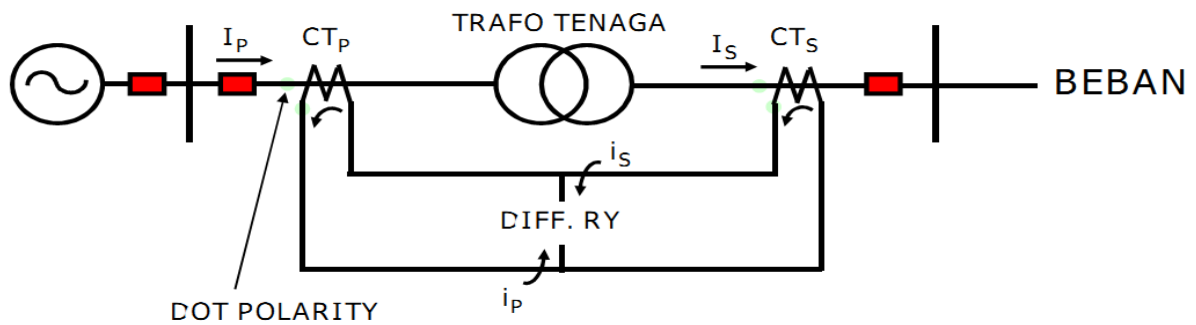
Listrik adalah salah satu kebutuhan pokok di masyarakat modern saat ini. Setiap tahun kebutuhan listrik terus meningkat. Seiring dengan perkembangan industri, energi listrik menjadi sangat vital dalam proses produksi suatu perusahaan. Seringnya terjadi gangguan saat proses pendistribusian tenaga listrik dengan daya yang besar dapat menyebabkan terganggunya pelayanan energi listrik oleh PLN ke pelanggan. Ketersediaan listrik tidak lepas dari sistem transmisi yang bagus. Sistem tenaga listrik mempunyai 3 buah bagian penting yaitu sistem distribusi ke pelanggan, sistem transmisi antar gardu induk dan pusat pembangkitan.

Sistem transmisi memiliki beberapa tingkatan tegangan tertentu guna mengurangi gangguan maupun kerugian yang bisa dialami oleh PLN. Pada umumnya dari tegangan pembangkit dinaikkan guna mengurangi rugi-rugi arus yang bisa terjadi saat penyaluran tenaga listrik sebelum menuju gardu induk. Pada gardu induk terdapat sejumlah peralatan. Peralatan tersebut adalah sistem busbar, transformator daya, pemisah (PMS), isolator, pemutus tenaga (PMT), instrumen pengukuran, sistem penyetan, rele-rele dan pengamanan dan lain-lain.

Transformator daya adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi sebagai pemindah tegangan listrik bolak-balik primer ke sekunder berdasarkan prinsip induksi magnetik sehingga dapat menaikkan atau menurunkan tegangan (Alvian, 2014). Pada saat proses penyaluran tenaga listrik sering terjadi gangguan, oleh karena itu dibutuhkan alat untuk melindungi peralatan sehingga dapat mengamankan pada saat terjadi gangguan.

Rele differensial adalah suatu rele yang bekerja didasarkan atas keseimbangan, yaitu melakukan perbandingan terhadap arus sekunder transformator arus (CT) yang ada di peralatan dan instalasi listrik yang harus dilindungi. Rele differensial digunakan sebagai pengamanan utama pada transformator saat adanya gangguan karena rele sangat selektif dan bekerja sangat cepat. Tujuan utama pemasangan rele proteksi di transformator tenaga adalah sebagai alat pengamanan sehingga kerusakan akibat gangguan dapat dikurangi sekecil mungkin (El-Bages, 2011).

Prinsip kerja dari rele differensial didasarkan atas hukum kirchoff, yaitu arus masuk ke rele sama dengan arus keluar dari rele tersebut ($I = I_p = I_s$). Arus yang mengalir di dalam trafo arus adalah sebesar I . *Operating Coil* (OC) pada rele differensial yang terletak di tengah-tengah rangkaian sedemikian rupa, sehingga tidak akan dialiri arus bila mana CTp maupun CTs dialiri arus yang besarnya sama seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rele Differensial dalam trafo daya

Rele differensial berfungsi untuk mengamankan trafo dari gangguan hubung singkat. Rele differensial hanya bekerja pada daerah yang dilindungi serta tidak terpengaruh dengan gangguan dari luar. Rele differensial bekerja dengan keseimbangan arus masuk dan arus keluar (Liem Ek Ben el all, 2007). Pada saat ada perbedaan arus masuk dan keluar dari trafo rele akan bekerja serta memberikan instruksi pada PMT untuk membuka (*trip*) (Ramamohan Reddy, 2012). Rele differensial lebih efektif untuk menangani gangguan dalam zona yang dilindungi, dalam hal ini adalah trafo daya (Ihedioha Ahmed C, 2011). Untuk gangguan yang ada di luar daerah pengaman, trafo CT tidak akan aktif sebab arus masuk dan keluar besarnya sama.

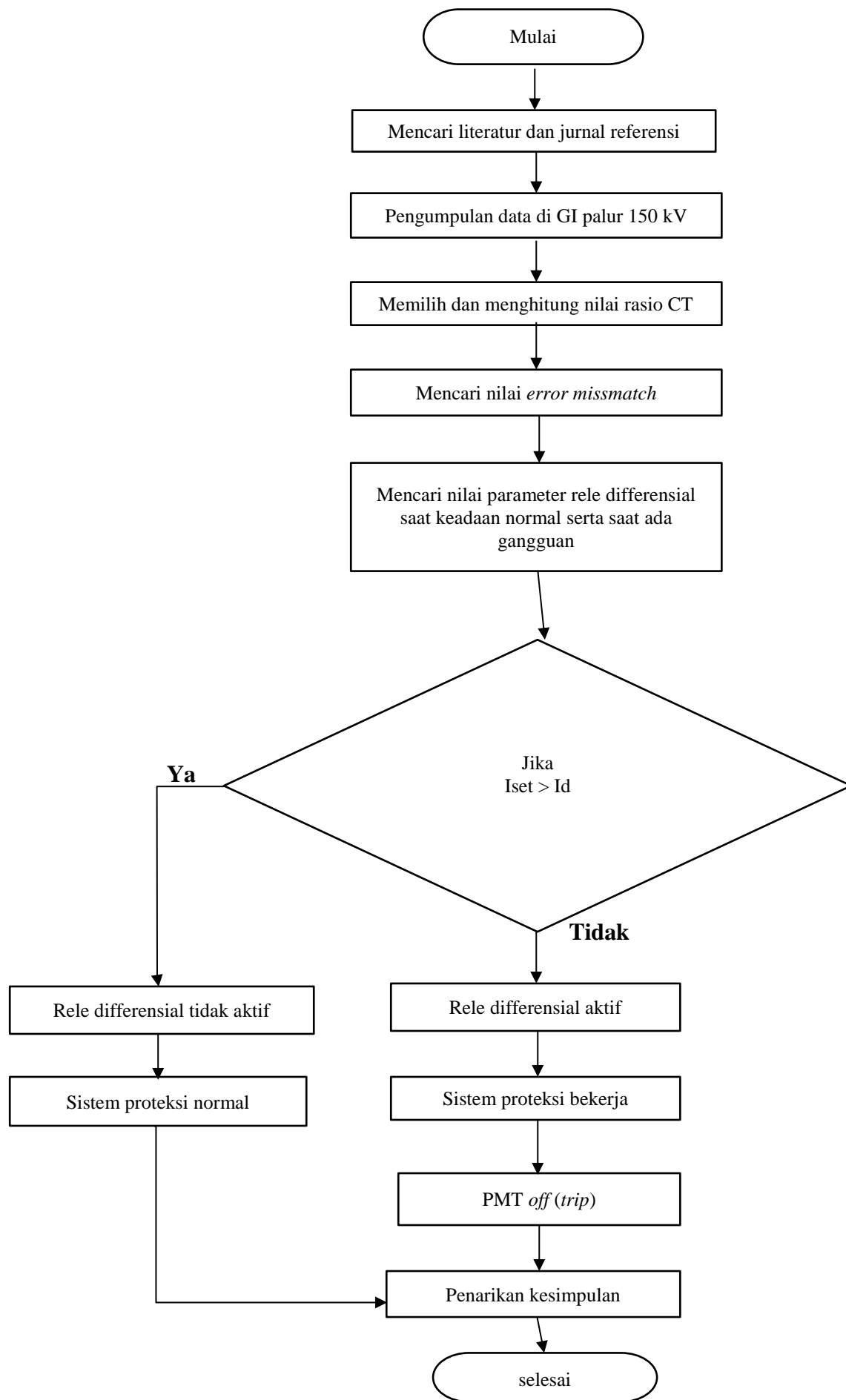
Gardu induk 150 kV Palur mempunyai 3 transformator daya dengan daya masing-masing 60 MVA. Trafo ini berfungsi untuk menyalurkan listrik menuju sistem distribusi yang selanjutnya akan dilakukan pendistribusian ke pelanggan. Supaya transformator tetap bekerja secara maksimal, maka transformator memerlukan sistem proteksi yang handal yaitu rele differensial. Berdasarkan uraian di atas, maka pengesetan rele differensial harus dilakukan dengan benar guna mengantisipasi gagalnya proteksi serta dapat mengoptimalkan kinerja dari sistem transmisi di gardu induk.

2. METODE

Metode yang digunakan di penelitian ini adalah dengan mengambil data penelitian. Penelitian dilaksanakan pada saat Kerja Praktek guna mendapatkan data sekunder berupa jurnal referensi yang sesuai dengan materi tugas akhir selama 30 hari di Gardu Induk Palur.

Data yang dibutuhkan berupa data transformator tenaga, *single line diagram* Gardu Induk Palur, serta data parameter rele differensial. Setelah itu data digunakan untuk mencari nilai arus nominal, arus differensial, arus *setting* differensial dan *error mismatch*.

Berikut adalah diagram alir penelitian :



Gambar 2. Flowchart penelitian

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi tentang perhitungan dan pembahasan dari tiap perhitungan tersebut.

3.1 Data Trafo Daya

Berikut adalah tabel dari data yang diperoleh dari Gardu Induk Palur. Data yang diperoleh meliputi : daya, tegangan primer, tegangan sekunder, tegangan tersier, jenis sambungan, dan impedansi trafo. Selain itu juga didapatkan data merk, tipe dan nomor seri trafo daya di Gardu Induk Palur.

Tabel 1. Data Transformator Daya 60 MVA

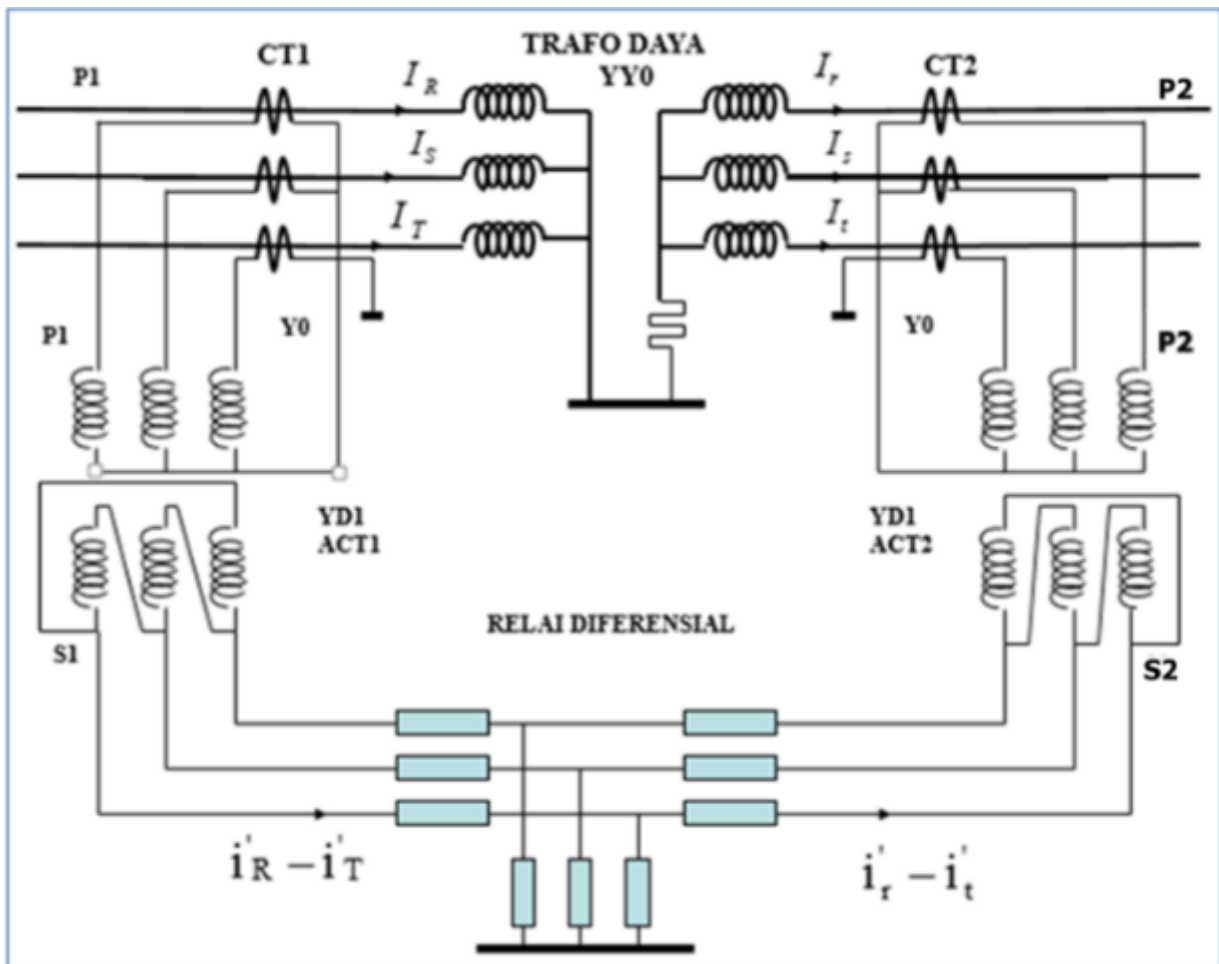
Merk	XIAN
Tipe	SFZ60000/150
I Nominal	230,9/1732
No Seri	A 950005-2
Buatan	CHINA
Daya	60 MVA
Tegangan Primer	150 KV
Tegangan Sekunder	20 KV
Tegangan Tersier	10 KV
Sambungan	YNynO(d)
Impedansi	13%

3.2 Perhitungan Parameter Rele Differensial

Bab ini berisi tentang perhitungan dari arus nominal serta arus rating guna menentukan nilai rasio dari CT yang ada pada trafo tenaga. Setelah itu mencari nilai dari *error mismatch* serta nilai parameter rele berupa arus differensial, arus *restrain* (penahan), *slope* serta arus *setting* rele differensial. Kemudian mencari nilai arus yang dikeluarkan CT pada waktu ada gangguan serta pengaruhnya terhadap rele differensial tersebut.

3.3 Perhitungan nilai rasio CT

Agar bisa mencari nilai rasio CT, maka harus mencari nilai arus rating dahulu. Arus rating digunakan sebagai batas penentuan dari rasio CT yang akan dipakai.



Gambar 3. Rangkaian Transformator YnYn0

Mencari nilai arus rating dengan rumus :

$$I_{rat} = 110\% \times I_{nominal} \quad (1)$$

Keterangan :

$$I_n : \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

I_n : Arus nominal (A)

S : Daya tersalur (VA)

V : Tegangan di sisi primer dan sisi sekunder (V)

I_{rat} : Arus rating

I_n adalah arus yang mengalir di tiap-tiap jaringan baik jaringan tegangan tinggi maupun jaringan tegangan rendah.

I_n dari tegangan 150 kV :

$$I_n = \frac{60.000.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 150.000 \text{ V}} = 230,940 \text{ A}$$

I_n dari tegangan 20 kV :

$$I_n = \frac{60.000.000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 20.000 \text{ V}} = 1.732,050 \text{ A}$$

I_{rating} untuk tegangan tinggi 150 kV :

$$I_{\text{rat}} = 110\% \times 230,940 \text{ A} = 254,034 \text{ A}$$

I_{rating} untuk tegangan rendah 20 kV :

$$I_{\text{rat}} = 110\% \times 1.732,050 \text{ A} = 1.905,255 \text{ A}$$

Hasil dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa arus nominal yang menuju ke trafo daya di sisi tegangan 150 kV adalah 230,940 A sedangkan di sisi tegangan 20 kV adalah 1.732,050 A.

Perhitungan arus rating pada trafo daya di atas juga dapat diketahui di sisi tegangan 150 kV adalah 254,034 A sedangkan pada sisi tegangan 20 kV adalah 1905,255 A. Sesuai dengan perhitungan tersebut, maka rasio CT yang terpasang pada sisi tegangan 150kV adalah 300:1 A serta pada sisi tegangan 20kV adalah 2500:1 A. Berdasarkan uraian tadi maka bila arus yang mengalir pada sisi tegangan tinggi sebesar 300 A di CT akan terbaca 1 A. Rasio CT yang dipilih 300 A dan 2500 A sebab pada Gardu Induk Palur menggunakan nilai tersebut dan rasio itu juga ada di pasaran.

3.4 Error Mismatch

Error mismatch diperoleh dengan cara perbandingan rasio CT ideal dengan CT yang ada di pasaran, dengan syarat *error* tidak lebih dari 5% pada rasio CT yang dipilih. *Error mismatch* adalah kesalahan yang diakibatkan oleh perbedaan pembacaan arus serta tegangan pada sisi primer maupun sekunder transformator dan pergeseran fasa di trafo itu (Anderson, 2004).

$$\frac{CT_2}{CT_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad (2)$$

$$CT_1(\text{ideal}) = CT_2 \times \frac{V_1}{V_2}$$

$$\text{Error mismatch} = \frac{CT(\text{ideal})}{CT \text{ terpasang}} \%$$

keterangan :

$CT(\text{ideal})$: trafo arus (ideal)

V_1 : tegangan dibagian sisi tinggi

V_2 : tegangan dibagian sisi rendah

Error mismatch dibagian sisi tegangan 150 kV :

$$CT_1(\text{ideal}) = CT_2 \times \frac{V_1}{V_2} = \frac{2500}{1} \times \frac{20}{150} = 333,33 \text{ A}$$

$$\text{Error mismatch} = \frac{333,33}{300} \% = 1,11 \%$$

Error mismatch dibagian sisi tegangan 20 kV :

$$CT_2(\text{ideal}) = CT_1 \times \frac{V_1}{V_2} = \frac{300}{1} \times \frac{150}{20} = 2250 \text{ A}$$

$$\text{Error mismatch} = \frac{2250}{2500} \% = 0,9 \%$$

Dari hasil perhitungan di atas diketahui bahwa CT_1 ideal sebesar 333,33 A dan CT_2 ideal sebesar 2250 A. Untuk *error mismatch* juga didapatkan hasil pada CT_1 sebesar 1,11% dan CT_2 0,9%. Oleh karena itu didapatkan selisih dari trafo arus yang digunakan dan trafo ideal hasil perhitungan sebesar 33,33 A di tegangan tinggi dan 250 A di tegangan rendah.

3.5 Arus sekunder CT

Arus sekunder CT adalah arus yang dikeluarkan oleh CT tersebut.

$$I_{\text{sekunder}} = \frac{1}{\text{rasio CT}} \times I_n \quad (3)$$

I_{sekunder} CT_1 di sisi tegangan tinggi :

$$I_{\text{sek}} = \frac{1}{300} \times 230,940 = 0,769 \text{ A}$$

I_{sekunder} CT_2 di sisi tegangan rendah :

$$I_{\text{sek}} = \frac{1}{2500} \times 1.732,050 = 0,692 \text{ A}$$

3.6 Arus differensial

Arus differensial ialah arus hasil selisih dari arus sekunder pada CT_2 (tegangan rendah) terhadap arus sekunder pada CT_1 (tegangan tinggi).

Untuk menghitung arus differensial digunakan rumus :

$$I_d = I_r - I_t \quad (4)$$

keterangan :

I_d : arus differensial

I_t : arus sekunder di CT_1

I_r : arus sekunder di CT_2

Mencari nilai arus differensial :

$$I_d = I_r - I_t = 0,692 - 0,769 = -0,077 \text{ A} = 0,077 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan arus differensial di atas didapat selisih arus sekunder CT_1 dan CT_2 adalah 0,077 A. Hasil perhitungan inilah yang akan digunakan sebagai pembanding dengan arus *setting* rele differensial.

3.7 Arus *restrain* (penahan)

Arus *restrain* adalah hasil jumlah arus sekunder CT₁ dan CT₂ setelah itu dibagi 2.

mencari arus *restrain* menggunakan rumus :

$$I_{restrain} = \frac{I_r + I_t}{2} \quad (5)$$

Keterangan :

$I_{restrain}$: arus penahan (*restrain*)

I_t : arus sekunder CT₁

I_r : arus sekunder CT₂

Sehingga :

$$I_{restrain} = \frac{0,692 + 0,769}{2} = 0,730 \text{ A}$$

Hasil dari perhitungan di atas didapatkan hasil nilai dari arus penahan adalah 0,730 A. Arus differensial akan naik disebabkan oleh perubahan dari rasio di tegangan tinggi serta sisi tegangan rendah karena tap tafo daya yang berubah, hal ini juga dapat menaikkan arus *restrain*. Oleh karena itu, ini juga dibutuhkan oleh rele differensial agar rele tidak aktif sebab tidak termasuk dalam gangguan.

3.8 Percent Slope (setting kecuraman)

Slope dapat diketahui dengan membagi antara arus differensial dan arus *restrain*. *Slope* 1 digunakan untuk mengetahui arus differensial serta arus *restrain* yang masuk ketika kondisi normal serta memastikan rele bekerja ketika ada gangguan internal berupa arus gangguan kecil, lalu *slope* 2 digunakan untuk saat gangguan eksternal dengan arus besar agar rele differensial tidak bekerja. (sihombing, 2012)

Rumus menentukan *slope*₁ dan *slope*₂ yaitu :

$$\text{Slope}_1 = \frac{I_d}{I_{restrain}} \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{Slope}_2 = \left(\frac{I_d}{I_{restrain}} \times 2 \right) \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan :

*Slope*₁ : Setting kecuraman 1

*Slope*₂ : Setting kecuraman 2

I_d : Arus differensial

$I_{restrain}$: Arus penahan (*restrain*)

Mencari *Slope*₁ :

$$\text{Slope}_1 = \frac{0,077}{0,730} \times 100\% = 10,54 \%$$

Mencari *Slope* 2 :

$$Slope_1 = \left(\frac{0,077}{0,730} \times 2 \right) \times 100\% = 21,09 \%$$

Hasil dari perhitungan di atas yaitu $Slope_1$ sebesar 10,54% dan $Slope_2$ sebesar 21,09%.

3.9 Arus setting (Iset)

Arus *setting* diperoleh dari hasil perkalian antara arus *restrain* dan slope. Setelah mendapatkan hasilnya maka digunakan untuk dibandingkan dengan arus differensial.

Rumus arus setting yaitu:

$$I_{set} = \%slope \times I_{restrain} \quad (8)$$

Keterangan :

I_{set} : arus *setting*

$\% slope$: *setting* kecuraman

$I_{restrain}$: arus penahan (*restrain*)

$$I_{set} = \%slope \times I_{restrain} = 10,54 \% \times 0,730 = 0,105 \times 0,730 = 0,076 \text{ A}$$

Hasil perhitungan Arus *setting* diatas adalah 0,076 A, tetapi pada *setting* rele differensial di buat 0,1 A atau 30% lebih besar dengan asumsi yaitu : kesalahan CT (10%), arus eksitasi (1%), *mismatch* (4%), dan faktor keamanan (5%), kesalahan sadapan (10%).

3.10 Gangguan di transformator daya

Untuk mencari gangguan di transformator daya digunakan rumus :

$$I_f \text{ relay} = I_f \times CT_2 \quad (9)$$

$$I_{2 \text{ fault}} = \frac{I_f \text{ relay}}{I_r} \quad (10)$$

$$I_d = I_r - I_t \quad (11)$$

$$I_{2 \text{ fault}} = I_t + I_d \quad (12)$$

$$I_f \text{ relay} = I_{2 \text{ fault}} \times I_r \quad (13)$$

$$I_f = I_f \text{ relay} \times CT_2 \quad (14)$$

Keterangan :

$I_f \text{ relay}$: arus gangguan yang dibaca rele

I_f : arus yang masuk menuju rele

I_d : arus differensial

CT_2 : rasio di CT_2

I_r : arus sekunder di CT_2 sebelum ada gangguan

I_t : arus sekunder di CT_1

$I_{2 \text{ fault}}$: arus sekunder di CT_2 saat ada gangguan

Arus gangguan sebesar 4800 A di sisi tegangan 20 kV :

$$I_{f \text{ relay}} = I_f \times CT_2 = 4800 \times \frac{1}{2500} = 1,92 \text{ A}$$

$$I_{2 \text{ fault}} = \frac{I_{f \text{ relay}}}{I_r} = \frac{1,92}{0,692} = 2,77 \text{ A}$$

$$I_d = I_{2 \text{ fault}} - I_t = 2,77 - 0,769 = 2,005 \text{ A}$$

Arus gangguan di sisi tegangan rendah 20 kV adalah 4800 A dan menghasilkan arus sekunder di CT₂ sebesar 2,77A serta arus differensial sebesar 2,005 A, oleh karena itu rele differensial akan aktif dan memerintahkan PMT agar trip sebab arus differensial melebihi arus *setting* rele.

Arus gangguan sebesar 1400 A di sisi tegangan 20 Kv :

$$I_{f \text{ relay}} = I_f \times CT_2 = 1400 \times \frac{1}{2500} = 0,56 \text{ A}$$

$$I_{2 \text{ fault}} = \frac{I_{f \text{ relay}}}{I_r} = \frac{0,56}{0,692} = 0,809 \text{ A}$$

$$I_d = I_{2 \text{ fault}} - I_t = 0,809 - 0,769 = 0,04 \text{ A}$$

Arus gangguan di sisi tegangan rendah 20 kV adalah 750 A dan menghasilkan arus sekunder di CT₂ sebesar 0,433 A serta arus differensial sebesar 0,04A, oleh karena itu rele differensial tidak akan aktif sebab arus differensial kurang dari arus *setting* rele.

Gangguan hubung singkat yang dapat menyebabkan nilai Id menjadi 0,1 A :

$$I_{2 \text{ fault}} = I_t + I_d = 0,769 + 0,1 = 0,869 \text{ A}$$

$$I_{f \text{ relay}} = I_{2 \text{ fault}} \times I_r = 0,869 \times 0,692 = 0,601$$

$$I_f = I_{f \text{ relay}} \times CT_2 = 0,601 \times 2500 = 1503,37 \text{ A}$$

Pada saat Id sebesar 0,1 A maka arus maksimal yang mengalir di sisi tegangan rendah adalah 1503,37 A. Rele differensial akan bekerja bila arus yang mengalir lebih dari 1503,37 A.

4. PENUTUP

Berdasarkan analisa perhitungan nilai parameter rele differensial di atas dapat disimpulkan :

- 1) Arus nominal pada sisi tegangan 150 kV adalah 230,940 A serta di tegangan 20 kV adalah 1.732,050 A. Hasil arus *rating* di sisi tegangan 150 kV adalah 254,034 A dan di sisi tegangan 20 kV adalah 1905,225 A.
- 2) Nilai *error mismatch* adalah 1,11% di sisi tegangan 150 kV dan 0,9% pada sisi tegangan 20 kV.
- 3) Arus sekunder di CT tegangan 150 kV adalah 0,769 A serta di sisi tegangan 20kV adalah 0,692 A.
- 4) Arus differensial adalah 0,077 A, didapat dari selisih antara CT pada tegangan tinggi dan CT tegangan rendah.
- 5) Hasil perhitungan arus *restrain* adalah 0,730 A.

- 6) Hasil perhitungan arus *setting* adalah 0,1 A, sehingga diharapkan sistem proteksi trafo bisa berjalan dengan maksimal.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT karena telah melimpahkan karunia serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar dan baik. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam terselesainya laoran tugas akhir ini yaitu :

- 1) Kedua orang tua yang selalu memotivasi dan mendukung saya setiap waktu.
- 2) Bapak Agus Supardi, S.T, M.T. selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, masukan serta saran yang sangat bermanfaat bagi penulis.
- 3) Pihak Gardu Induk Palur yang telah membantu dan memberikan masukan pada saat penelitian tugas akhir.
- 4) Teman-teman angkatan 2014 khususnya kelas C yang telah mendukung saya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bien, L, E., et. (2007). “Studi Penyetelan Relai Differensial Paad Transformator PT Chevron Pacific Indonesia JETri, Volume 6, Nomor 2, Februari 2007, 41-68
- El-Bages, M.S. (2011) “ *Improvement Of Digital Differential Relay Sensitivity For Faults In Power Transformers*” *International Journalon Technicaland Physical Problems of Engineering*. 3, 1-5.
- lhedioha, Ahmed C (2011) “*Differential Protection for Power Transformer Using Relay*” *International Journal of trend in research adn Develovement*, Volume 3(1).
- L. Ramya Hyacinth, V. Darshan, M. Pugazheswaran (2016) “*Modelling and Simulation of a Differntial Protection Relay againts internal and External Faults for a 3 phasa Transformer*”
- Paliwal, Nikhil., & Travedi, A (2014) “*Analysis of Modern Digital Differential Protection for Power Transformer*”, *International journal of Indisciplinary Research and Innovation*. 2, 46-53
- Raju, K., & Reddy, Rammamohan, (2012) “*Differential Relay Reability Implement Enhancement of power Transformator*”, *International Journal of Modern Engineering Reserch*. 2, 3612-3618.
- Rizki, Alvian Novia., & Sri Sartono, (2014). “Perbaikan Tegangan Sisi Sekunder Transformator Daya 150/20 kV di Gardu Induk Ungaran” Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Sihombing, Fransiscus, (2012) “Penyetelan Relai Differensial pada Transformator PT Chevron Pacific Indonesia” Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan.